

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-41344
(P2003-41344A)

(43)公開日 平成15年2月13日(2003.2.13)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Z 4 K 0 3 2
B 2 1 B 17/14		B 2 1 B 17/14	
C 2 1 D 8/10		C 2 1 D 8/10	A
C 2 2 C 38/38		C 2 2 C 38/38	
38/60		38/60	
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)			

(21)出願番号 特願2001-231815(P2001-231815)

(22)出願日 平成13年7月31日(2001.7.31)

(71)出願人 000001258
川崎製鉄株式会社
兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号
(72)発明者 豊岡 高明
愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製鉄株式会社知多製造所内
(72)発明者 宮田 由紀夫
愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製鉄株式会社知多製造所内
(74)代理人 100099531
弁理士 小林 英一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管およびその製造方法を提案する。

【解決手段】C:0.8~1.2%、Si:2%以下、Mn:3%以下、Cr:2%以下を含む組成を有する継目無鋼管を素材鋼管として、該素材鋼管に700℃以上850℃以下の範囲の温度で、累積縮径率:20~50%となる絞り圧延を施したのち、15℃/s以下の冷却速度で冷却し、{(アスペクト比2以下の炭化物の個数)/(全炭化物数)}×100で定義される炭化物の球状化率を80%以上、かつ炭化物の平均粒径が0.5μm以下である組織とする。これにより、軟化し、被削性等の二次加工性が顕著に向上する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、

C : 0.8 ~ 1.2 %、

Si : 2 %以下、

Mn : 3 %以下、

Cr : 2 %以下、

を含み、残部Feおよび不可避的不純物からなる組成と、* 記

$$\text{炭化物の球状化率}(\%) = \{ (\text{アスペクト比 2.0以下の炭化物の個数}) / (\text{全炭化物数}) \} \times 100 \quad \cdots \cdots (1)$$

【請求項2】 前記組成に加えてさらに、Cu : 2 %以下、Ni : 2 %以下、Mo : 2 %以下のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1に記載の二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管。

【請求項3】 前記組成に加えてさらに、Nb : 1 %以下、V : 1 %以下、Ti : 1 %以下、B : 0.01 %以下、Sb : 0.01 %以下のうちの1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1または2に記載の二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管。

【請求項4】 質量%で、

C : 0.8 ~ 1.2 %、

Si : 2 %以下、

Mn : 3 %以下、

Cr : 2 %以下、

を含む組成を有する継目無鋼管を素材鋼管として、該素材鋼管を、750 ~ 850℃に加熱して、700℃以上 850℃以下の範囲の温度で、累積縮径率：20~50%となる絞り圧延を施したのち、650℃以下の温度範囲まで冷却速度：15℃/s以下で冷却することを特徴とする二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、軸受やブッシュ等に好適な高炭素Cr鋼系継目無鋼管に係り、とくに二次加工性の改善に関する。

【0002】

【従来の技術】高炭素Cr系軸受鋼を素材とする継目無鋼管は、従来から、冷間引抜、切削加工等の二次加工を経て、軸受やブッシュ等の製品に加工されて使用されてきた。高炭素Cr系軸受鋼は、熱間圧延一放冷のままでは、組織が初析セメントライトとパーライトとの混合組織となり、硬さが350Hv以上と高く、そのままでは、切削加工や冷間引抜等の二次加工を施すことが困難である。そのため、高炭素Cr系軸受鋼を素材とする継目無鋼管では、鋼中の炭化物を球状化し材料を軟化させるための焼鈍（球状化焼鈍）を施すことが一般的である。しかし、この球状化焼鈍は通常20時間以上という長時間の処理であり、生産性が極めて低い。またさらに、焼鈍中に脱炭やスケールが発生し歩留が低下するため、脱炭やスケール発生防止のため雰囲気調整が必要となり、製造コストが高騰するという問題があった。このため、球状化焼鈍※

$$\text{炭化物の球状化率}(\%) = \{ (\text{アスペクト比 2.0以下の炭化物の個数}) / (\text{全炭化物数}) \} \times 100 \quad \cdots \cdots (1)$$

で定義される球状化率で80%以上で、かつ炭化物の平均粒径が0.5 μm以下である組織と、を有することを特徴★50

* 炭化物の球状化率が、下記(1)式で定義される球状化率で80%以上で、かつ炭化物の平均粒径が0.5 μm以下である組織と、を有することを特徴とする二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管。

※の短時間化、あるいは球状化焼鈍の省略等が強く要望されていた。

10 【0003】このような要望に対し、例えば、特開平1-283321号公報には、粗圧延後の素管をAr₁変態点より低い温度領域に冷却し、ついでAc₁変態点を越え850℃以下の温度領域に再加熱した後仕上げ圧延し、しかるのち球状化焼鈍する、軸受用継目無鋼管の製造方法が提案されている。特開平1-283321号公報に記載された技術によれば、上記したような再加熱一仕上げ圧延により炭化物をある程度まで球状化でき、球状化焼鈍の時間を6時間程度まで短縮できるとしている。

【0004】

20 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平1-283321号公報に記載された技術では、粗圧延後にAr₁変態点より低い温度領域に冷却したのちAc₁変態点を越える温度に再加熱する必要がある、処理に長時間を要するとともに、均熱が不十分となりやすく、生産性が低下するうえ、製品特性がばらつくという問題があり、さらに処理時間は短縮されたがなお球状化焼鈍を行う必要がある、生産性の向上や、製造コストの低減を阻害するという問題もあった。

30 【0005】本発明は、上記した従来技術の問題を有利に解決し、球状化焼鈍の省略が可能であり、圧延ままで二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管およびその製造方法を提案することを目的とする。

【0006】

40 【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記した課題を達成するために、高炭素Cr鋼系継目無鋼管における炭化物の球状化促進手段について、鋭意研究した。その結果、750 ~ 850℃に加熱したのち、700℃以上 850℃以下の温度域で、累積縮径率：20~50%の絞り圧延を施すことにより、炭化物が球状化し、かつ細かい炭化物となることを知見した。

【0007】本発明は、上記した知見に基づいて、完成されたものである。すなわち、本発明は、質量%で、C : 0.8 ~ 1.2 %、Si : 2 %以下、Mn : 3 %以下、Cr : 2 %以下を含み、残部Feおよび不可避的不純物からなる組成と、炭化物の球状化率が、次(1)式

★とする二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管であり、また、本発明では、前記組成に加えてさらに、Cu : 2 %以

下、Ni：2％以下、Mo：2％以下のうちの1種または2種以上を含有することが好ましく、また、本発明では、前記組成に加えてさらに、Nb：1％以下、V：1％以下、Ti：1％以下、B：0.01％以下、Sb：0.01％以下のうちの1種または2種以上を含有することが好ましい。

【0008】また、本発明は、質量％で、C：0.8～1.2％、Si：2％以下、Mn：3％以下、Cr：2％以下を含み、あるいはさらにCu：2％以下、Ni：2％以下、Mo：2％以下のうちの1種または2種以上、あるいはさらにNb：1％以下、V：1％以下、Ti：1％以下、B：0.01％以下、Sb：0.01％以下のうちの1種または2種以上を含有し、好ましくは残部Feおよび不可避の不純物からなる組成を有する継目無鋼管を素材鋼管として、該素材鋼管を、750～850℃に加熱して、700℃以上850℃以下の範囲の温度で、累積縮径率：20～50％となる絞り圧延を施したのち、650℃以下の温度範囲まで冷却速度：15℃/s以下で冷却することを特徴とする二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管の製造方法である。

【0009】

【発明の実施の形態】まず、本発明の継目無鋼管の組成の限定理由について説明する。以下、組成に関する質量％は単に％で記す。

C：0.8～1.2％

Cは、硬さ増加に寄与する元素であり、本発明におけるような軸受やブッシュ等の用途で所望の硬さを得るために、0.8％以上の含有を必要とする。一方、1.2％を超える含有は、球状化組織の形成が阻害される。このため、本発明では、Cは0.8～1.2％の範囲に限定した。なお、好ましくは、0.9～1.1％である。

【0010】Si：2％以下

Siは、脱酸剤として作用するとともに、鋼の強度をも増加させる元素であり、本発明では、0.1％以上含有することが好ましいが、2％を超えて含有しても、強度の増量は小さく逆に冷間加工性が低下する。このため、Siは2％以下に限定した。なお、好ましくは0.1～0.5％である。

【0011】Mn：3％以下

Mnは、脱酸剤として作用するとともに焼入れ性を向上させる元素であり、本発明では、0.2％以上含有することが好ましい。一方、3％を越える含有は、冷間加工性、被削性を劣化させる。このため、Mnは3％以下に限定した。なお、好ましくは0.2～0.8％である。

【0012】Cr：2％以下

Crは、固溶状態では焼入れ性を向上させるとともに、炭化物を形成する元素であり、球状化組織を安定化させ、耐摩耗性を向上させる。このような効果は0.2％以上含有すると顕著となるが、2％を超えて含有すると被削性が低下するとともに、経済的にも不利となる。このため、Crは2％以下に限定した。なお、好ましくは0.8～1.6％である。

【0013】本発明では、上記した成分組成に加えて、さらに、Cu：2％以下、Ni：2％以下、Mo：2％以下のうちの1種または2種以上、および／またはNb：1％以下、V：1％以下、Ti：1％以下、B：0.01％以下、Sb：0.01％以下のうちの1種または2種以上を含有できる。

Cu：2％以下、Ni：2％以下、Mo：2％以下のうちの1種または2種以上

Cu、Ni、Moは、いずれも延性を損なうことなく、強度を向上させることができる有用な元素であり、必要に応じ選択して含有できる。このような効果は、いずれも0.1％以上の含有で顕著に認められるが、2％を超えて含有しても効果が飽和し、含有量に見合う効果が期待できず、経済的に不利になるほか、鋼の熱間加工性および冷間加工性を低下させる。このため、Cu：2％以下、Ni：2％以下、Mo：2％以下に限定することが好ましい。

【0014】Nb：1％以下、V：1％以下、Ti：1％以下、B：0.01％以下、Sb：0.01％以下のうちの1種または2種以上

Nb、V、Ti、B、Sbは、いずれも靱性向上に有効な元素であり、必要に応じ選択して含有できる。Nb：0.01％以上、V：0.01％以上、Ti：0.005％以上、B：0.0005％以上、Sb：0.0005％以上の含有で効果が顕著となるため、それぞれNb：0.01％以上、V：0.01％以上、Ti：0.005％以上、B：0.0005％以上、Sb：0.0005％以上の含有が好ましい。一方、Nb：1％、V：1％、Ti：1％、B：0.01％、Sb：0.01％を超える含有は、靱性向上の効果が飽和するうえ、耐疲労特性、熱間加工性が劣化する。このため、Nb：1％以下、V：1％以下、Ti：1％以下、B：0.01％以下、Sb：0.01％以下に限定することが好ましい。

【0015】上記した成分以外の残部はFeおよび不可避の不純物である。なお、不純物として、P：0.03％以下、S：0.01％以下、O：0.01％以下が許容できる。

P：0.03％以下

Pは、耐疲労特性を劣化させる元素であり、できるだけ低減することが好ましい。本発明では、0.03％まではその影響が比較的少ないため、0.03％までは許容できる。なお、より高い耐疲労特性が要求される場合には、0.02％以下とすることが望ましい。

【0016】S：0.01％以下

Sは、鋼中で非金属介在物とし、耐疲労特性を低下させる元素であり、本発明ではできるだけ低減することが望ましいが、0.01％以下に低減すれば、影響が少なくなるため、Sは0.01％までは許容できる。

O：0.01％以下

Oは、酸化物系介在物を低減し、清浄度を低減する意味から、また耐疲労特性を向上させる意味からもできるだけ低減することが好ましい。本発明では、0.01％以下に低減すれば、その影響が少なくなるため、0.01％までは

許容できる。

【0017】また、本発明の継目無鋼管は、炭化物の球*

$$\text{炭化物の球状化率(\%)} = \{ (\text{アスペクト比 2.0以下の炭化物の個数}) / (\text{全炭化物数}) \} \times 100 \quad \cdots \cdots (1)$$

で定義される球状化率で80%以上で、かつ炭化物の平均粒径が0.5 μm以下である組織を有する。本発明の継目無鋼管では、圧延ままの組織を、微細でかつ球状化した炭化物を有する組織とする。炭化物の球状化率が80%未満および／または炭化物の平均粒径が0.5 μmを超えると、切削加工性、引抜加工性等の二次加工性が低下す

る。なお、好ましくは、炭化物の平均粒径は0.4 μm以下である。
【0018】ここで、本発明でいう炭化物の球状化率は、前記(1)式で定義される値を用いるものとする。球状化率は、電子顕微鏡を用いて、倍率：10000 倍の条件下で組織を観察し、画像解析装置を用いて100 個以上の炭化物(セメントイト)についてそれぞれ長径および短径を測定し、アスペクト比(長径／短径)が2.0 以下の炭化物の個数をもとめ、全炭化物数に占める割合を算出することにより、求めるものとする。

【0019】また、炭化物の平均粒径は、電子顕微鏡を用いて、倍率：10000 倍の条件下で組織を観察し、画像解析装置を用いて100 個以上の炭化物(セメントイト)についてそれぞれ断面積を測定し、得られた断面積に等価な面積を有する円の直径をそれぞれの炭化物の粒径とし、それらの平均値を平均粒径とした。次に、本発明の継目無鋼管の製造方法について説明する。

【0020】本発明では、上記した組成を有する継目無鋼管を素材鋼管として用いるが、この素材鋼管の製造手段はとくに限定されない。素材鋼管は、鋼管素材を、通常の継目無鋼管製造工程である、鋼管素材を加熱し、マンネスマン穿孔機で穿孔し、プラグミル方式、マンドレルミル方式等の傾斜圧延方式ミルを用いて熱間圧延し、所定の寸法の継目無鋼管とする製造工程で製造されることが好ましい。なお、鋼管素材は、上記した組成の溶鋼を、転炉、電気炉等の通常公知の溶製方法で溶製し、連続鋳造法あるいは鋼塊一分塊圧延により製造することが好ましい。

【0021】まず、上記した組成を有する素材鋼管に、750 ～ 850℃に加熱する加熱処理を施すことが好ましい。加熱温度が、850 ℃を超えると、その後の絞り圧延を絞っても炭化物が微細球状化しないという問題があり、一方、750 ℃未満ではその後の絞り圧延で加工歪の過剰な導入により硬化し、圧延のままで目標の特性を得ることができなくなる。

【0022】なお、素材鋼管の製造が温間または熱間で行われ、加熱処理前に、700 ℃を超える高い温度を保有している場合には、700 ℃以下に冷却したのち、加熱処理を施すことが好ましい。加熱された素材鋼管は、ついで 700℃以上 850℃以下の範囲の温度で、累積縮径率：※50

* 状化率が、次(1)式

※20～50%となる絞り圧延を施され、所定の寸法の継目無鋼管(製品管)とされる。このような絞り圧延により、基地(マトリックス)中のセメントイト(炭化物)が加工分断され、微細化されるとともに、基地(マトリックス)中に加工歪が蓄積される。このため、その後の圧延中あるいは圧延後の冷却中に炭化物の球状化が促進され、軟化し、切削加工、引抜加工等の二次加工性が顕著に向上する。なお、好ましくは、絞り圧延温度は、750 ～ 820℃である。

【0023】絞り圧延温度が、700 ℃未満では加工歪が過剰に導入され硬化するため圧延のままで使用可能な硬さまで軟化しない。また、圧延荷重が大きくなりすぎて絞り圧延が困難となる。一方、絞り圧延温度が、850 ℃を超えると、その後の冷却でパーライト変態が促進され、そのため、炭化物の微細化、球状化が促進されない。

【0024】絞り圧延は、累積縮径率：20～50%とする。累積縮径率が20%未満では、炭化物の分断が達成できず、また加工歪の蓄積も少なく、炭化物の球状化、微細化が促進されにくい。また、累積縮径率が50%を超えると加工歪みが過剰に導入され硬化を引起す。このため、本発明では累積縮径率を20～50%に限定した。なお、より好ましくは25～45%である。また、更なる冷間加工性向上の観点からは、750 ～ 820℃の温度域における累積縮径率を25～45%とすることが好ましい。

【0025】なお、絞り圧延終了後は、冷却速度：650 ℃以下まで15℃／s以下で冷却する。冷却速度が15℃／sを超えるとパーライト変態が起こりやすくなり、炭化物球状化が阻害されるので好ましくない。また、絞り圧延には、レデューサーと称される複数の孔型圧延機をタンドムに配列した圧延機列を使用することが好ましい。

【0026】

【0027】

【実施例】表1に示す組成の連続鋳造製鋼管素材を、マンネスマン穿孔機で穿孔し、マンドレルミル方式の圧延ミルを用いて熱間圧延し、各種サイズの継目無鋼管とし、素材鋼管とした。これら素材鋼管に、表2に示す条件で、加熱・絞り圧延を施し、表2に示すサイズの製品鋼管とした。

【0028】得られた製品鋼管から、試験片を採取し、圧延ままの断面硬さ(Hv)測定、断面組織観察、および被削性の評価を行った。断面硬さ(Hv)測定は、同一ロットから5本の製品鋼管を抜き取り、Vickers 硬度計(荷重：10kgf)で、それぞれの製品鋼管の内側表面および外側表面から肉厚方向に1 mmの位置で各3点および肉厚中央の位置で3点、計9点測定し、その平均値を

その製品鋼管の硬さ(Hv)とした。

【0029】組織観察は、製品鋼管の断面を走査型電子顕微鏡を用いて、倍率：10000倍で組織を観察し、炭化物100～200個について画像解析装置により、炭化物の長径と短径との比(アスペクト比)を測定し、アスペクト比が2.0以下の炭化物数を求め、前記(1)式に基づき全炭化物数に対する割合(%)を算出し、球状化率とした。また、炭化物の平均粒径は、前記した方法と同じ方法で行った。

*

*【0030】被削性の評価は、使用工具をSKH4とし、切込み量：1mm、送り：0.2mm/rev、周速(切削速度)：50m/min、として、無潤滑で行った。この条件での切削で、切削不能となるまでの時間を切削時間とし、切削時間が25h以上である場合を、被削性：○とした。切削時間が25h未満の場合を被削性：×とした。得られた結果を表2に示す。

【0031】

【表1】

鋼 No.	化 学 成 分 (質量%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	その他
A	0.98	0.24	0.44	0.015	0.006	1.36	—	—	—	—
B	1.07	0.28	0.31	0.009	0.008	1.37	—	0.15	—	—
C	0.92	1.23	0.58	0.012	0.003	1.28	0.21	—	0.08	V/0.008, Sb/0.0033
D	1.03	0.31	0.42	0.009	0.009	2.51	—	—	—	—
E	1.01	0.25	3.51	0.008	0.003	1.33	—	—	—	—
F	1.28	0.29	0.52	0.008	0.004	1.28	—	—	—	—

【0032】

※ ※【表2】

鋼管 No.	鋼 No.	素管鋼管 サイズ 外径×肉厚 (mm)	絞り圧延条件						製品管 サイズ 外径×肉厚 (mm)	炭化物組織		試験結果		備 考
			加熱 温度 ℃	加熱 時間 min	絞り圧 延温度 ℃	累積縮 径率 %	冷却 速度 ℃/s	冷却停止 温度 ℃		球状 化率 %	平均 粒径 μm	硬さ Hv	被削性	
1	A	110×11.5	800	20	780	31	10	600	75.9×11.9	83	0.27	241	○	本発明例
2		110×11.5	820	15	800	31	10	600	75.9×11.9	97	0.45	225	○	本発明例
3		110×8.5	830	10	820	42	10	600	64.0×8.0	92	0.34	236	○	本発明例
4		110×11.5	920	10	900	31	10	600	75.9×11.9	20	2.51	349	×	比較例
5		172×12.5	780	10	760	56	10	600	75.9×11.9	63	1.32	271	×	比較例
6		110×11.5	800	15	780	31	20	600	75.9×11.9	67	1.41	268	×	比較例
7	B	110×11.5	820	15	800	31	10	600	75.9×11.9	95	0.32	233	○	本発明例
8	C	110×11.5	800	15	780	31	10	600	75.9×11.9	93	0.35	231	○	本発明例
9	D	110×11.5	800	15	780	31	10	600	75.9×11.9	72	1.03	293	×	比較例
10	E	110×11.5	800	15	780	31	10	600	75.9×11.9	59	1.21	285	×	比較例
11	F	110×11.5	800	15	780	31	10	600	75.9×11.9	71	1.31	273	×	比較例

【0033】本発明例は、いずれも炭化物の球状化、微細化が促進され硬さが低下し、被削性に優れ、二次加工性に優れた継目無鋼管となっている。これに対し、本発明の範囲から外れた比較例では、硬さの低下が十分でなく、被削性も良好とはいえず、二次加工性が低下した製品鋼管となっている。

★

40★【0034】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、圧延ままですでに軟化して、球状化焼鈍の省略が可能な二次加工性に優れた高炭素継目無鋼管を、安価にまた生産性を低下させることなく製造することが可能になり、産業上格段の効果を奏する。

フロントページの続き

(72)発明者 木村 光男

愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製
鉄株式会社知多製造所内

Fターム(参考) 4K032 AA02 AA06 AA07 AA11 AA12

AA14 AA15 AA16 AA17 AA19

AA20 AA22 AA23 AA24 AA31

(72)発明者 河端 良和

愛知県半田市川崎町1丁目1番地 川崎製
鉄株式会社知多製造所内

AA32 AA35 AA36 BA03 CA01

CB01 CD01 CD02 CD03

PAT-NO: JP02003041344A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003041344 A
TITLE: HIGH-CARBON SEAMLESS STEEL
PIPE SUPERIOR IN SECONDARY
WORKABILITY, AND
MANUFACTURING METHOD
THEREFOR
PUBN-DATE: February 13, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOOKA, TAKAAKI	N/A
MIYATA, YUKIO	N/A
KIMURA, MITSUO	N/A
KAWABATA, YOSHIKAZU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAWASAKI STEEL CORP	N/A

APPL-NO: JP2001231815
APPL-DATE: July 31, 2001

INT-CL (IPC): C22C038/00 , B21B017/14 ,
C21D008/10 , C22C038/38 ,
C22C038/60

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-carbon seamless steel pipe superior in secondary workability, and a manufacturing method therefor.

SOLUTION: The high-carbon seamless steel pipe comprises employing a raw material for the steel pipe, which has a composition of 0.8-1.2% C, 2% or less Si, 3% or less Mn, and 2% or less Cr, reduction rolling the steel pipe within 700°C or higher but 850°C or lower at a cumulative diameter reduction rate of 20-50%, and then cooling it at a cooling rate of 15°C or less, to make the structure have a spheroidizing rate of the carbides of 80% or more, which is defined as $[(\text{the number of carbides having an aspect ratio of 2 or less})/(\text{the number of all carbides})] \times 100$, and have an average particle diameter of the carbides of 0.5 μm or less. Thereby, the material is softened, and the secondary workability such as machinability is remarkably improved.

COPYRIGHT: (C) 2003, JPO